

sintesi di tesi di laurea

Università degli Studi di Firenze - Facoltà di Architettura di Firenze

LA SCUOLA ELEMENTARE «BENIAMINA FOSCHI» DI SARSINA.

IPOTESI DI RIABILITAZIONE STRUTTURALE E ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE VIGENTI

Autore: Adele SARTI

Relatore: Prof. Silvio VAN RIEL

Correlatore: Arch. Alberto RIDOLFI

Data di laurea: 12 Luglio 2010

La scuola elementare «Beniamina Foschi» di Sarsina è stata inclusa, con DGR n. 936/2008 (Allegato 1), nel programma di verifiche tecniche e di interventi di miglioramento o adeguamento sismico degli edifici strategici (in particolare scuole e municipi) finanziato dalla Regione Emilia-Romagna. Tali verifiche sono state effettuate in conformità alle vigenti norme tecniche statali e regionali; in particolare: Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»; DPCM 12 Ottobre 2007 «Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni»; deliberazione della Giunta regionale n. 936 del 23 giugno 2008, Allegato 3 «Istruzioni tecniche per lo svolgimento delle verifiche su edifici compresi nel programma ex art. 2 comma 2 OPCM 3362/2004 e s.m.i. - Annualità 2005». In quest'ultimo, viene fornita una «traccia» per la redazione delle verifiche tecniche, sia in merito al numero e al tipo di elaborati richiesti che all'impostazione generale del lavoro, su cui è stato strutturato il percorso conoscitivo che ha portato all'individuazione delle criticità esistenti. La ricerca archivistica, la ricostruzione delle varie fasi di realizzazione e delle tecniche utilizzate, le modifiche, non solo strutturali ma anche d'uso e le indagini in loco sono infatti necessarie ai fini della corretta individuazione del sistema strutturale esistente, delle vulnerabilità critiche, del suo stato di sollecitazione e, in definitiva, del progetto di danno, sulla cui base vengono scelti gli interventi di miglioramento sismico.

PAROLE CHIAVE: edifici scolastici, muratura, interventi di miglioramento sismico

1. ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

A partire da questi presupposti, per avere un quadro completo dell'attuale configurazione, è stata condotta in prima istanza un'accurata analisi dei documenti di archivio che ha portato all'individuazione di tre principali fasi costruttive, già programmate nella prima versione del progetto, risalente al maggio del 1953.

I motivi di questa dilazione nelle fasi di realizzazione sono di natura strettamente economica: il Comune di Sarsina, all'epoca, non si trovava nelle condizioni di far fronte con le sue sole risorse alle spese necessarie alla costruzione di un'opera così onerosa ma assolutamente necessaria, vista l'inadeguatezza delle strutture allora esistenti rispetto all'aumento sempre crescente della popolazione.

Furono quindi stanziati i fondi, grazie ai finanziamenti previsti dalla legge Tupini, per la realizzazione (tra il 1955 e 1957) di un primo nucleo destinato alla didattica, ossia un corpo a L di due piani, lungo le cui ali si attestano 10 aule (5 per piano), raccordate da un corpo centrale che ospita il vano scala e i servizi, e al piano interrato i locali tecnici. Tra il 1957 e il 1959 furono concessi i finanziamenti anche per la costruzione dei locali della mensa e della palestra [fig 1.].



Fig. 1 - Pianta piano terra del progetto approvato il 20 maggio 1954: a destra sono visibili le aule e i servizi (primo nucleo realizzato tra il 1955 e il 1957); a sinistra (area evidenziata) il refettorio e la palestra (questa parte del progetto è stata modificata in fase di realizzazione tra il 1957 e il 1959).

I primi furono collocati in una nuova porzione di edificio, di un solo piano fuoriterza, a pianta quadrangolare con un muro in comune con il primo nucleo (uno schema che si ripete anche nel piano cantinato dove si trovano le cucine), il secondo in un edificio a parte con copertura voltata (seconda unità strutturale). Negli anni '70, il solaio di copertura del refettorio si deteriorò a tal punto da compromettere la stabilità della struttura stessa, e fu in quella occasione che si decise di portare a compimento il progetto iniziale, con la realizzazione di un nuovo piano, che potesse ospitare altre 3 aule (oggi laboratori e biblioteca)[fig.2].



Fig. 2 - Processi di trasformazione della scuola tra il 1955 e il 1972.

2. ANALISI DEL SISTEMA STRUTTURALE E DELLE CRITICITÀ ESISTENTI

Lo studio delle forme di vulnerabilità specifica presenti nella fabbrica implica l'osservazione e la ricerca di quei fattori che rappresentano le condizioni di «debolezza» locale che possono influen-

zare il processo di danno o fungere, nel comportamento globale, da innesco di determinati meccanismi di collasso. Si tratta quindi di osservare in maniera mirata e puntuale gli aspetti costruttivo-strutturali e la consistenza propria dei macroelementi. Il primo e più corposo gruppo tematico delle forme di vulnerabilità specifiche è quello legato alle modalità costruttive iniziali.

FONDAZIONI: I progettisti, consapevoli della natura incoerente del suolo (terreno di riporto di origine antropica con scarsa resistenza a compressione), predisposero la realizzazione di travi rovesce a forma di plinto in calcestruzzo non armato, con una base di appoggio variabile da 1,30 m per i muri di spina maggiormente caricati a 1,10 m per quelli perimetrali. Soltanto i muri perimetrali degli spogliatoi della palestra (seconda unità strutturale) poggiano su cordolo in calcestruzzo con una base di appoggio inferiore (circa 50 cm) [fig.3]; un particolare che, se combinato agli scoscendimenti che interessano quella porzione del terreno e al fatto che questo sistema di fondazioni non è legato a quello dell'aula della palestra, può spiegare i fenomeni di rotazione e traslazione a cui quella parte della palestra è soggetta, come indicano le lesioni sui muri perimetrali [fig.4].

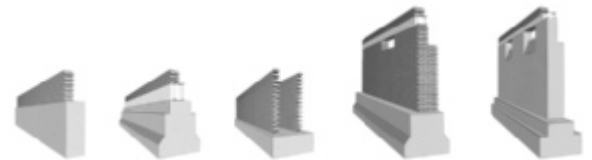


Fig. 3 - Panoramica delle tipologie di fondazione del complesso scolastico. A partire da destra: spogliatoi, aule, vano scala, piano cantinato primo nucleo (ingresso), piano cantinato secondo nucleo (refettorio).

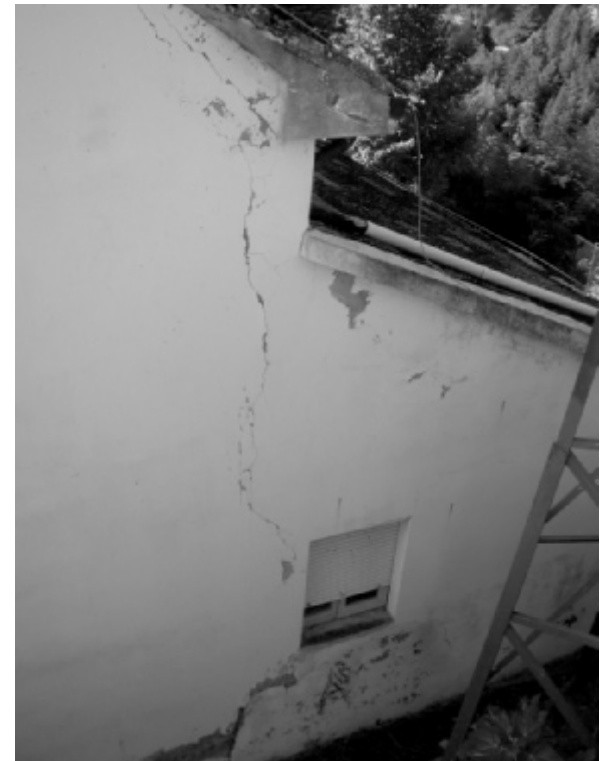


Fig. 4 - Lesione sul lato Nord della palestra in prossimità dell'attacco tra il muro di spina e i muri perimetrali. Una lesione analoga si ritrova anche sul lato Sud.

STRUTTURE DI ELEVAZIONE: Come espressamente dichiarato nella relazione tecnica del progetto originale, nella determinazione delle strutture e relativo dimensionamento non si è tenuto conto delle sollecitazioni derivanti da un eventuale terremoto perché la zona di Sarsina, all'epoca della costruzione della scuola, non era considerata zona sismica (la provincia di Forlì-Cesena invece, a seguito della riclassificazione del territorio regionale, ricade ora in zona 2). È questo il nodo cruciale attorno a cui ruota la maggior parte delle vulnerabilità riscontrate, sia in fase di analisi che di verifica della struttura: l'intero sistema strutturale è stato infatti pensato per rispondere efficacemente alle sollecitazioni che derivano dai soli carichi statici e per soddisfare le esigenze funzionali.

La struttura resistente è costituita da muratura in laterizio a 2 teste al piano terra e al piano primo, mentre le pareti dei piani cantinati, maggiormente caricate, sono a 4 teste. Per meglio aerare i locali della scuola, sono state praticate aperture molto ampie (1,9 x 1,8 m), riducendo così fortemente la sezione resistente della muratura, assimilabile ad una serie di pilastri aventi sezione 28x57 cm (2 x 4 teste). La lesione formatasi all'attacco tra uno dei «pilastri» del refettorio e il solaio è indice del particolare sforzo a cui sono sottoposti questi elementi, soprattutto al piano terra [fig. 5 e 5/b].



Fig. 5 - Prospetto lato Sud della scuola: a destra il refettorio, a sinistra le aule e l'ingresso.



Fig 5/b - Particolare della lesione su uno dei «pilastri» del refettorio.

Dai sondaggi effettuati risulta che i materiali impiegati nella fabbrica del complesso scolastico sono di buona qualità, anche se non sono state effettuate prove specifiche in laboratorio sulla resistenza dei materiali stessi. I laterizi (mattoni pieni di tipo bolognese aventi dimensione 14x6,6x28 cm) sono stati posati con una buona malta che non sembra dare problemi di disgregazione, nonostante tutte le murature siano interessate per un'altezza di 60 cm fuori terra da fenomeni di risalita capillare delle acque. Le pareti del sottotetto, che seguono lo schema distributivo dei piani sottostanti, non risultano in alcun modo ancorate ai solai di copertura né contrastate da strutture di controventamento che possano impedirne il ribaltamento se sollecitate dall'azione sismica.

ORIZZONTAMENTI: Le ispezioni in prossimità dell'attacco solaio/muratura e la campagna di indagini pacometriche hanno permesso di verificare se effettivamente le strutture siano state realizzate secondo quanto indicato nei calcoli per il dimensionamento dei solai redatti dallo stesso Direttore dei Lavori. Nel nucleo originale (aule e servizi) sono stati utilizzati solai di tipo SAP in laterizio armato [fig. 6], aventi interasse tra i travetti pari a 55 cm, di spessore variabile tra i 20 cm (per le aule) e i 16 cm (per i corridoi e i servizi), con una soletta di 5 cm non armata e correttamente agganciati ai cordoli in calcestruzzo armato che corrono lungo tutte le murature d'ambito. Il diametro delle barre di armatura risulta in tutti i solai di 2 mm inferiore rispetto a quanto calcolato dallo Strutturista/Direttore dei Lavori, che in fase di realizzazione delle opere ha disposto diversamente (probabilmente per motivi economici), consapevole dell'ampio margine di sicurezza con cui erano stati svolti i calcoli in fase di progettazione. Per le verifiche condotte con il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi sugli orizzontamenti (come previsto dalle NTC 2008) sono stati utilizzati i parametri meccanici desunti dalla manualistica tecnica dell'epoca e dai documenti reperiti in archivio. In particolare, per il calcestruzzo: R_{ck} 25 N/mm², f_{ck} 20,75 N/mm², E_c : 20000 N/mm², f_{cd} 10,8 N/mm² (maggiorando il coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo del 20% come prevede la normativa con un livello di conoscenza adeguato LC2). Per quanto riguarda la caratterizzazione dell'acciaio (barre lisce in ferro semiduro), sono stati assunti i seguenti valori: f_{sk} : 270 N/mm², E_s : 200000 N/mm² (all'epoca $n=10$), f_{sd} 195,6 N/mm². I solai del secondo impalcato del refettorio (che ricordiamo essere stati realizzati negli anni '70 in occasione della sopraelevazione) sono costituiti da travetti tralicciati con fondello in laterizio e pignatta di alleggerimento alta 27 cm. Come specificato nella relazione tecnica, per il getto è stato utilizzato un calcestruzzo con R_{ck} 30 e barre ad aderenza migliorata Fe b 44k: anche in questo caso è stato assunto un fattore di confidenza pari a 1,2. In linea di massima i solai del primo e del secondo impalcato non risultano verificati (anche se di poco) per la carenza di armatura a momento negativo, a cui si è provveduto in fase di progettazione degli interventi.

n mancanza di dissesti e lesioni di alcun tipo, e visti i risultati piuttosto confortanti delle verifiche, in fase di modellazione della struttura gli orizzontamenti sono stati considerati infinitamente rigidi, con la funzione di trasferire le forze inerziali di piano alla struttura principale.

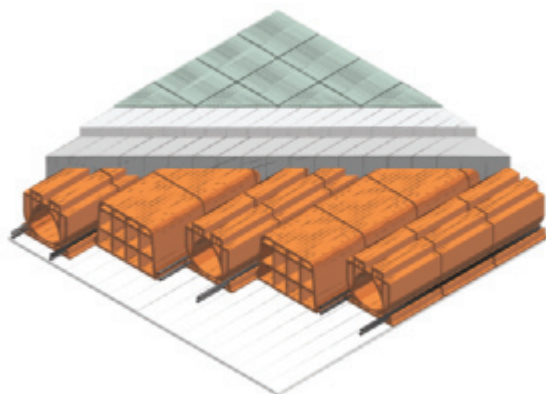


Fig.6 - Particolare costruttivo dei solai del primo e del secondo impalcato realizzati tra il 1955 e il 1959.

I solai del terzo impalcato sono a loro volta in laterocemento ma di spessore più esiguo (circa 5 cm), debolmente armati, e caricati da uno strato di cemento alleggerito di 3 cm non collaborante con la struttura per l'interposizione di una barriera al vapore in pvc [fig.7]. Si tratta di strutture evidentemente dimensionate con un sovraccarico di esercizio minimo, essendo luoghi accessibili per la sola manutenzione dei locali del sottotetto. È stata ipotizzata la presenza di travetti rompitratta in corrispondenza dei pilastri che riducono la luce libera d'inflessione a 2,5 m, ma gli elementi risultano comunque sottodimensionati. A sollecitare ulteriormente queste strutture intervengono anche le apparecchiature di illuminazione ancorate all'intradosso di solaio (un aspetto di cui tenere conto nella valutazione delle vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole secondo le direttive n. 1967 del 20.01.09).

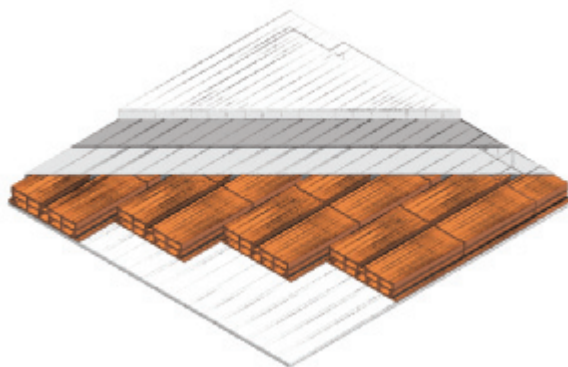


Fig.7 - Particolare costruttivo dei solai del terzo impalcato realizzati tra il 1955 e il 1957.

COPERTURE: Sono state individuate 3 tipologie di copertura: a falde inclinate per la scuola e il nucleo del refettorio, piana per il corpo centrale ospitante i servizi e il vano scala, a volta per la palestra.

In tutti i casi sono stati utilizzati solai in laterizio armato con spessore pari a 12 cm armate con barre in acciaio semiduro $\phi 7$ (con la sola eccezione della copertura di più recente realizzazione che impiega pignatte alte 20 cm). Anche in questo caso, se la scelta di strutture spingenti come la copertura a falde o a volta nella palestra poteva risultare vantaggiosa a suo tempo per meglio rispondere ad esigenze funzionali (come coprire una luce di 9 m sul locale della palestra o favorire il deflusso della neve che cade copiosa in questa zona), in caso di terremoto questo aspetto costituisce un fattore influenzante gli sforzi sollecitanti, come vedremo in sede di verifica globale delle due unità strutturali.

Il secondo gruppo tematico delle vulnerabilità riguarda il ruolo dei «processi di trasformazione edilizia» che la fabbrica ha subito nel tempo, che può determinare la perdita di omogeneità e continuità costruttiva iniziale. Eterogeneità e discontinuità costruttive, quali riprese murarie non sufficientemente connesse, semplici accostamenti murari e inefficaci ammorsature, generano vulnerabilità specifiche nel comportamento della costruzione al sisma, in quanto determinano risposte differenziate in relazione alle diverse caratteristiche dei materiali. Per questo motivo sono state effettuate indagini (rilievo a vista e ispezioni) al fine di verificare la qualità dei collegamenti in corrispondenza degli attacchi tra i muri perimetrali del refettorio e quello del primo nucleo e in prossimità del cordolo del nuovo solaio con la muratura esistente, realizzato in occasione della sopraelevazione. L'assenza di lesioni in prossimità dei punti critici e l'esistenza di una staffatura di collegamento tra l'armatura del vecchio cordolo della copertura piana e quella del cordolo del nuovo solaio sovrastante il refettorio fanno pensare ad una buona ammorsatura tra le parti, che sono quindi state considerate collaboranti [fig. 8].



Fig.8 - Ispezione in prossimità dell'attacco tra il vecchio e il nuovo cordolo nei locali del refettorio: sono visibili i ferri del nuovo cordolo (in alto), quelli del vecchio (in basso) e la staffatura di collegamento tra le due armature (al centro).

Il terzo gruppo tematico delle vulnerabilità riscontrate riguarda i dissesti «pregressi non efficacemente riparati» sia di natura statica che sismica; sono fattori di vulnerabilità che la fabbrica conserva nel tempo e che, se non adeguatamente risolti, si configurano come tracciati privilegiati dove il danno tende a riprodursi. Rientra in questo caso il tentativo di consolidamento praticato sui muri est e ovest della palestra al manifestarsi delle lesioni sulle pareti nord e sud causate da cedimenti differenziati del terreno di fondazione. Per un errore in fase di messa in opera del presidio, una delle due catene è stata deviata, risultando completamente scarica e quindi inefficace.

3. MODELLAZIONE

Il complesso scolastico appartiene alla Classe III d'uso, quella cioè che comprende costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi; la vita nominale è fissata, come da normativa, a 75 anni. Le due unità strutturali (scuola e palestra) sono ben distinte in quanto fisicamente separate. Si è deciso di valutare la vulnerabilità sismica attraverso verifiche globali; sono state fatte verifiche statiche dinamiche orizzontali e verticali e verifiche statiche non lineari per ciascuna unità strutturale. Per le verifiche agli stati limite ultimi e di danno attraverso l'analisi dinamica modale (come previsto dalle NTC 2008, sono stati impiegati due software: Straus 7 per la modellazione della palestra (in collaborazione con il Dipartimento di Costruzioni della Facoltà di Architettura di Firenze) e Edilus (con cui sono state verificate entrambe le US). I risultati delle verifiche, restituiti in termini di spostamenti per effetto dei carichi statici e dell'azione sismica, non mettono in luce ulteriori vulnerabilità critiche oltre a quelle fino ad ora riscontrate [fig.9/10/11/12/13/14].

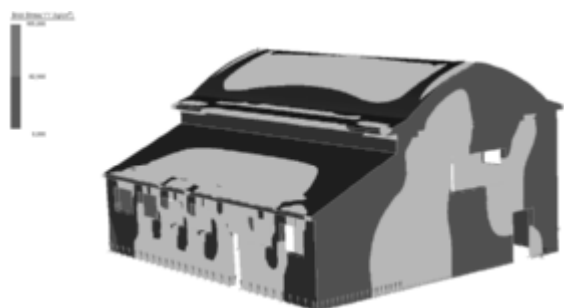


Fig.9 - Modello della palestra (US2) realizzato con il programma Straus7: basandosi sull'andamento delle lesioni che interessano i muri della palestra, e in particolare degli spogliatoi, è stato imposto un cedimento vincolare differenziato in fondazione. Lo stato tensionale per effetto dei soli carichi statici riflette il quadro fessurativo.

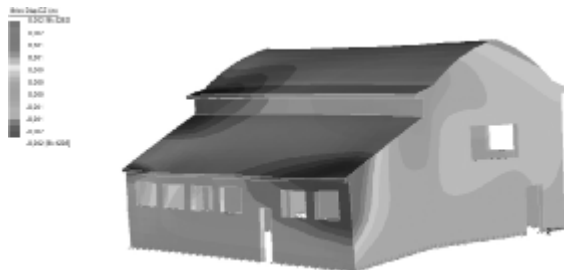


Fig. 10 - Spostamenti per effetto del sisma in direzione X: i punti critici si trovano in prossimità dell'imposta della volta (struttura spingente)

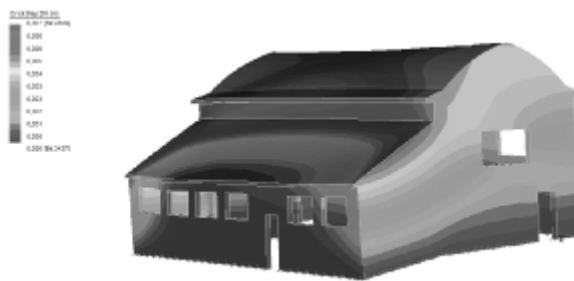


Fig. 11 - Spostamenti per effetto del sisma in direzione Z: i punti maggiormente sollecitati sono l'angolata del lato sud degli spogliatoi (lesionata in più punti e su cui agisce la spinta della copertura) e, di nuovo, il cordolo d'imposta della volta.

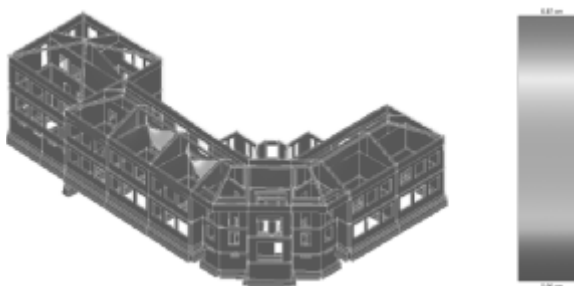


Fig. 12 - Modello della scuola (US1) realizzato con il programma Edilus: spostamenti per effetto del sisma in direzione Z. Si assiste ad una flessione dei muri del sottotetto (non ammortati ai solai di copertura), e della relativa parte di muratura sottostante.

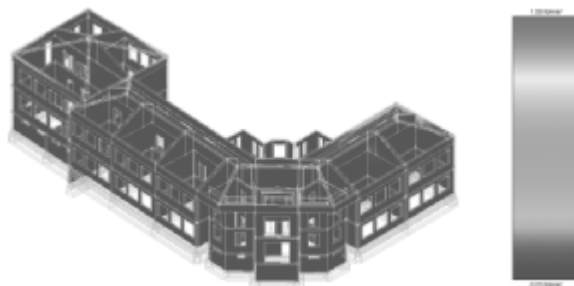


Fig. 13 - Tensioni per effetto del sisma in direzione X: come preventivato, i cordoli di imposta della copertura (spingente) sono quelli che risultano maggiormente sollecitati.

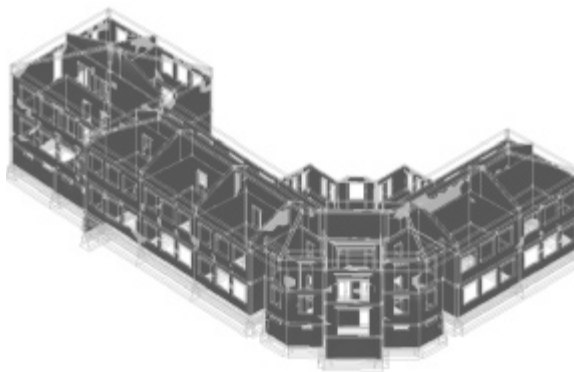


Fig. 14 - Tensioni combinate sulle murature per effetto della compressione (in blu sono riportate le parti maggiormente sollecitate): le murature non risultano verificate.

4. INTERVENTI

Si riporta di seguito la serie di interventi puntuali e mirati a correggere i problemi fino ad ora esposti.

FONDAZIONI: In generale possiamo affermare che le fondazioni non sono soggette a stati tensionali preoccupanti. Sono state dimensionate correttamente (fatta eccezione per quelle degli spogliatoi della palestra) e quindi si ritiene opportuno intervenire con dei cordoli di collegamento tra le parti che aumentino la base di appoggio, rendendo collaboranti tra loro le fondazioni, e proteggendo al contempo quelle esistenti da dannose infiltrazioni d'acqua.

MURATURE: Le murature di entrambe le unità strutturali non sono verificate all'azione sismica. Si propone un incremento della sezione resistente con l'applicazione su entrambi i lati delle pareti di uno strato di calcestruzzo (4 cm) armato con rete elettrosaldata, ancorata alla muratura esistente attraverso ferri trasversali [fig. 15].

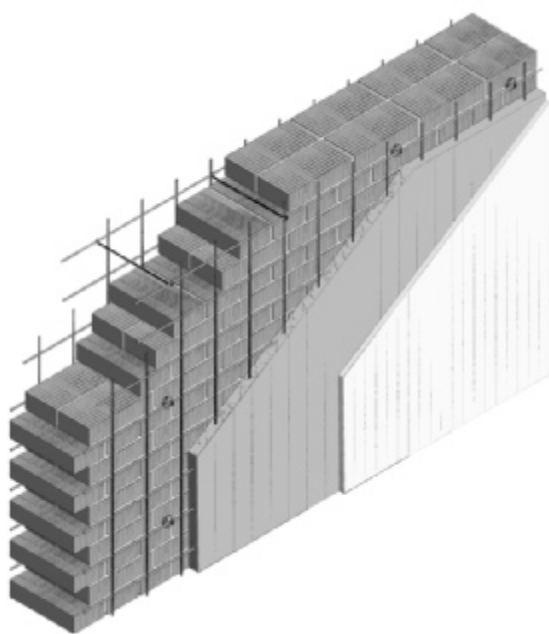


Fig. 15 - Particolare dell'intervento sulle murature.

PORTALI DI CONTROVENTAMENTO: Al fine di rendere collaboranti i muri portanti perimetrali delle aule e dei corridoi (anche nei locali del sottotetto), si suggerisce la realizzazione di un telaio costituito da travi HEA da collocare in corrispondenza dei muri di separazione tra le aule.

VANI DELLE FINESTRE: Una delle criticità principali riscontrate nella struttura è data dall'apertura di grandi vani per le finestre che ha ridotto sensibilmente la sezione resistente della muratura portante. Si ritiene quindi opportuno procedere alla cerchiatura dei vani delle porte e delle finestre con travi HEA 140, da agganciare alla muratura esistente con $\phi 16$ filettati da inserire per 15 cm con resina epossidica. In occasione di questi interventi, si procederà alla sostituzione degli infissi (originali), con altri in pvc con camera d'aria interposta, che da un lato riduco-

no la trasmittanza delle superfici trasparenti (come previsto dalla Delibera di Assemblea Legislativa Regionale 4 marzo 2008 n. 156 – «Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione degli edifici»), e dall'altro eliminano un'ulteriore vulnerabilità secondaria (i vetri ad una sola lastra possono frantumarsi in caso di sisma).

SOLAI: Come precedentemente esposto, i solai di tutti gli impalcati e anche quelli di copertura, non risultano verificati né a momento flettente né a taglio. Si procederà alla rimozione della soletta esistente, collocando successivamente $\phi 16/40''$ sagomati per l'inserimento nel cordolo esistente e disponendo una rete elettrosaldata collaborante con i travetti esistenti attraverso connettori, resi solidali con la struttura mediante iniezioni di resina epossidica [fig.16].

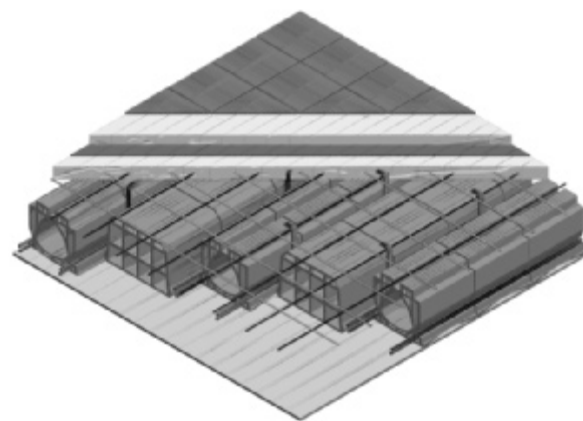


Fig.16 - Particolare dell'intervento sui solai.

PALESTRA: L'US2 presenta sicuramente i maggiori problemi dal punto di vista della resistenza al sisma: oltre ad essere fortemente disastata è costituita da una volta spingente che amplifica le azioni sismiche sulle pareti portanti. Anche aumentando la sezione resistente della muratura e inserendo 4 tiranti $\phi 18$ a croce di Sant'Andrea (2 per parte) in prossimità dei timpani della volta, i risultati non sono soddisfacenti. Sebbene la normativa imponga di non considerare resistenti le murature con sezione resistente inferiore a 24 cm, applicando il betoncino armato anche ai tramezzi che delimitano gli spogliatoi (spessore 15 cm) e ai timpani irrigidenti sovrastanti, si ottengono risultati migliori. Per adeguare la struttura in esame a livelli prestazionali accettabili sarebbe necessario operare interventi troppo invasivi (riduzione sensibile delle aperture, introduzione di travi irrigidenti in c.a. lunghe 9 m o telaio di acciaio a maglie quadrate da collocare all'imposta della volta). Il rapporto qualità/prezzo dell'operazione è inferiore ad un'opera di demolizione e nuova costruzione, che si auspica, non essendo quello strutturale il solo problema (la palestra non funziona a livello distributivo, e presen-

ta fenomeni di degrado sulla maggior parte delle murature e in copertura)

In fase di realizzazione degli interventi di miglioramento sismico, si coglie l'occasione per ripensare gli accessi, al fine di rendere fruibile ai diversamente abili tutti i locali della scuola. Le scale dell'ingresso principale possono essere eliminate per fare posto ad una rampa che raccordi la quota della strada con la quota interna della scuola. In una delle stanze a lato dell'ingresso (ora inutilizzata) può essere collocato un ascensore che colleghi i due piani della scuola, e al piano cantinato, si può agevolmente ricavare lo spazio per i locali tecnici.

BIBLIOGRAFIA SPECIFICA

- L. SANTARELLA, *Prontuario del cemento armato*, U. Hoepli, Milano, 1955
- S. VAN RIEL, *Gli edifici in muratura e la normativa in zona sismica (1884-2003)*, Alinea Ed., Firenze 2004, 2007²
- S. VAN RIEL, *Consolidamento degli edifici storici, appunti e note*, Ed.AZ, Firenze 2007

FONTI ARCHIVISTICHE

Archivio del Comune di Sarsina
Archivio di Stato di Forlì

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 5 Novembre 1971 N. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica».
- Legge 2 Febbraio 1974 N. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche». Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 GENNAIO 2008 (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) «Norme tecniche per le Costruzioni».
- Circolare 2 Febbraio 2009 N. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche delle Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008».
- Eurocodice 7 – «Progettazione geotecnica» - ENV 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2008 «Norme Tecniche per le Costruzioni»